

English Abstract

(JP)

Patent No.: 1782943



ELECTRIC DEIONIZING METHOD AND DEVICE

(Abstract)

An electrodeionization apparatus and process are provided for removing ions from liquids. Liquid to be purified is passed through depleting compartments containing mixed anion and cation exchange resin beads while a second liquid is passed through concentrating compartments free of ion exchange resin beads. Ions, under influence of a D.C. potential, pass from the depleting compartments into the concentrating compartments through ion permeable membranes. The beads in the depleting compartments are housed within subcompartments of controlled width and thickness and are retained therein by the ion permeable membranes which are secured to the walls of the subcompartments.

⑫ 特 許 公 報 (B 2)

平4-72567

⑮ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑳ 公告 平成4年(1992)11月18日

B 01 D 61/48
61/466953-4D
6953-4D

発明の数 2 (全12頁)

⑭ 発明の名称 電気脱イオン化方法および装置

⑰ 特 願 昭60-148467

⑱ 公 開 昭61-107906

⑲ 出 願 昭60(1985)7月8日

㉑ 昭61(1986)5月26日

優先権主張 ㉒ 1984年7月9日 ㉓ 米国(US) ㉔ 628930

⑳ 発 明 者 アントニ・ジェイ・ジ 米国マサチューセッツ州ノース・アンドーバー、チエスナ
ウフリダ ット・ストリート 254㉑ 発 明 者 アニル・ディー・ジャ 米国マサチューセッツ州レクシントン、シエリダン・スト
ー リート 13

㉒ 発 明 者 ゲアリ・シー・ガンジ 米国マサチューセッツ州レクシントン、バリーフィールド・ロウド 74

㉓ 出 願 人 ミリボア・コーポレイ ｱﾒﾘｶ合衆国マサチューセッツ州ベドフォード、アシュ
ション ビ・ロウド 80

㉔ 代 理 人 弁理士 倉内 基弘 外1名

審 査 官 野 田 直 人

㉕ 参 考 文 献 特開 昭55-43808 (JP, A) 特公 昭55-43808 (JP, B 2)

実公 昭40-23156 (JP, Y 1)

1

2

㉖ 特許請求の範囲

1 液体からイオンを除去するように構成された電気脱イオン化装置において、

装置の第1の端部に配された陰極室と、

装置の該第1端部と反対の端部に配された陽極室と、

前記陰極室と前記陽極室間に配置された複数の交番のイオン分離室およびイオン濃縮室とを備え、

前記イオン分離室の各々が、約0.762cm (0.3インチ) ~ 10.16cm (4インチ) 間の幅および約0.127cm (0.05インチ) ~ 0.635cm (0.25インチ) 間の厚さを有し固形のイオン交換組成物を含む複数の小室を含み、該小室がイオン分離室の長さに沿って延びる複数のリブと分離室の周囲および該リブに接合されたイオン透過性膜とによって構成され、該小室の厚さが陰イオン透過性膜と陽イオン透過性膜により限定され、前記濃縮室の各々には固形のイオン交換組成物が包含されておらず、

そしてさらに、

精製されるべき第1の液体を前記イオン分離室に通す手段と、

該第1液体から放出されるイオンを受け入れる

5 第2の液体を前記濃縮室中を通すための手段と、

前記陽極室の陽極と前記陰極室の陰極間に電圧を印加する手段と、

精製された液体を前記分離室から回収するための手段とを備える電気脱イオン化装置。

10 2 イオン交換物質が、陰イオン交換樹脂ビートと陽イオン交換樹脂ビートの混合物より成り、前記イオン分離室における陰イオン交換樹脂ビート対陽イオン交換樹脂ビートの体積比が約2.0~0.5である特許請求の範囲第1項記載の脱イオン化装置。

15 3 前記諸手段が複数段階設けられ、そして前の段階の分離室から出る精製液体を次の隣接する下流の段階に移送する手段と、前の段階の濃縮室から出る前記第2の液体を隣接する下流の段階に移

3

送する手段を備え、前記の液体を回収するための手段が、最終の下流の段階のイオン分離室から精製された液体を回収する特許請求の範囲第1項記載の電気脱イオン化装置。

4 イオン交換組成物が、陰イオン交換樹脂ビートと陽イオン交換樹脂ビートの混合物より成り、前記イオン分離室における陰イオン交換樹脂ビート対陽イオン交換樹脂ビートの体積比が約2.0～0.5である特許請求の範囲第3項記載の脱イオン化装置。

5 装置の両端に配される陰極室と陽極室間に配置された複数の交番のイオン分離室とイオン濃縮室であつて、固形のイオン交換組成物を含む複数の小室を有し各小室が約0.762cm (0.3インチ) ～10.16cm (4インチ) 間の幅および約0.127cm (0.05インチ) ～0.635cm (0.25インチ) 間の厚さを有し、該小室がイオン分離室の長さに沿つて延びる複数のリブと分離室の周囲および該リブに接合されたイオン透過性膜とによつて構成され、そして該小室の厚さが陰イオン透過性膜と陽イオン透過性膜とにより限定されるイオン分離室と固形のイオン交換組成物を包含しないイオン濃縮室とを使用し、該分離室に生成されるべき第1の液体を通し、前記濃縮室にイオンを受け入れるに適合した第2の液体を通し、前記陽極室および陰極室の各々に電解液を通し、前記イオン分離室から精製された液体を回収する諸段階を含むことを特徴とする液体からイオンを除去する方法。

6 第1液体が、前記第1液体からイオンおよび有機物質除去のため予備段階で処理される特許請求の範囲第5項記載のイオン除去方法。

7 第1液体が、前記第1液体からイオン除去のためイオン交換樹脂で、また汚化物除去のためスキヤベンジャ樹脂で、予備段階において処理される特許請求の範囲第5項記載のイオン除去方法。

8 電気脱イオン化装置が、装置の各分離室の通常の液体出口に洗浄液を導入し、各分離室の通常の液体入口から洗浄液を除去することにより周期的に逆洗浄される特許請求の範囲第5項記載のイオン除去方法。

9 電気脱イオン化装置の電圧が、分離室の水を分極しそれにより水素イオンの濃縮室への移動を行わせるように制御される特許請求の範囲第5項記載のイオン除去方法。

4

10 前記複数の交番のイオン分離室とイオン濃縮室を複数段階使用し、各段のイオン分離室に精製されるべき第1の液体を順次通過し、各段階のイオン濃縮室にイオンを受け入れるに適合した第2の液体を通し、各段階の前記陽極室および陰極室の各々に電解液を通し、イオン分離室から精製された液体を回収する特許請求の範囲第5項記載のイオン除去方法。

11 第1液体が、前記第1液体からイオンおよび有機物質除去のため予備段階で処理される特許請求の範囲第10項記載のイオン除去方法。

12 第1液体が、前記第1液体からイオン除去のためイオン交換樹脂で、また汚化物除去のためスキヤベンジャ樹脂で、予備段階において処理される特許請求の範囲第10項記載のイオン除去方法。

13 電気脱イオン化装置が、装置の各分離室の通常の液体出口に洗浄液を導入し、各分離室の通常の液体入口から洗浄液を除去することにより周期的に逆洗浄される特許請求の範囲第10項記載のイオン除去方法。

14 電気脱イオン化装置の電圧が、分離室の水を分極しそれにより水素イオンの濃縮室への移動を行わせるように制御される特許請求の範囲第10項記載のイオン除去方法。

発明の詳細な説明

〔技術分野〕

本発明は、有極性電界の作用下で液体内のイオンを移動させる新規な電気脱イオン化装置および方法に関する。特定すると、本発明は、水性溶体を精製して高純度の水を製造する電気脱イオン化装置および方法に関する。

〔技術的背景〕

液体内のイオンや分子の濃度を減ずることによる液体の精製は、技術的に相当関心のある領域になつている。液体を精製、分離したり、液体混合物から特定のイオンや分子の濃縮されたプールを得るために多くの技術が使用されている。もつとも周知の方法としては、電気透析、液体クロマトグラフィー、膜透過およびイオン交換などがある。これよりも周知性に劣る方法として、電氣的脱イオン化があるが、これは時折充填セル電気透析と誤称される。電気脱イオン化法は、液体からイオンを除去する上において相当有効である可能性を

有するが、構造上または動作上、もつと良い周知の分離技術と競合する程度まで開発されたことがなかった。これは、主に、構造の不一貫性と現在周知の使用モードで遭遇する予測できない変動に起因する。この構造精度の欠如と結果の非予測性のため、電気脱イオン化の使用は、分離技術に精通したものにさえ比較的未知である程にまで減ぜられた。

電気脱イオン化法により液体を処理する最初の装置および方法は、Kollsmanの米国特許第2689826および2815320号に記述されている。これら特許の第1のものは、予め選択されたイオンを予定された方向に移動せしめるような電位の作用下で、分離室内の混合液体内のイオンを一連の陰イオンおよび陽イオン膜を介して濃縮室内の第2の液体中に移動させることにより混合液体内のイオンを除去するための方法および装置について記載している。処理されつゝある液体は、イオンが減ぜられ、第2の液体は移送されたイオンに富んだものとなり、これを濃縮された形で保有する。これらの特許の第2のものは、陰イオンまたは陽イオン膜間に配される充填材料としてイオン交換樹脂より成る大孔質ビードの使用について説明している。これらのイオン交換樹脂は、イオン移動のための通路として働き、また、膜間においてイオンが移動するための高導電性ブリッジとして働く。これらの特許は、主構造枠組および技術としての電気脱イオン化の理論について記述している。電気脱イオン化なる用語は、イオン交換材料が陰イオン膜と陽イオン膜の間に配される方法をいう。電気透析なる用語は、陰イオン膜と陰イオン間にイオン交換樹脂を利用しない方法をいう。Kollsmanの技術は25年以上にわたり利用可能であつたのに拘らず、この技術は実際の使用にまでも開発されなかつた。これは、精密な構造の欠如や、電気脱イオン化装置の確実な動作を可能にする動作モードパラメータを利用できないことに少なからず帰因する。電気透析およびイオン交換物質すなわち樹脂の組合せを利用して塩水から薬用塩水を精製する従来技術の例は、米国特許第2794777号、2796396号、第2947688号、第3384568号および第4165273号に記載されている。電気脱イオン化装置を改良する例は、米国特許第3149061号、第3291713号、第3515664号、第

3562139号、および第3993517号および第4284492号に記載されている。

従来技術の寄与に拘らず、信頼性のある電気脱イオン化装置は製作されなかつた。電気脱イオン化の代表的な樹脂の汚れや膜のスケール付着の問題は軽減されないまゝである。従来開示された電気脱イオン化装置は、脱塩や高純水の製造に依然として不適當である。硬水や、含シリカ水や、塩分の高い塩水、さらにはコロイド状粒子および汚化物を含む水は、現在周知の電気脱イオン化装置や動作モードによりなお一貫的かつ忠実に精製できない液体を代表するものである。これらの装置の大規模な保守やクリーニングは依然として必要であり、精製された液体の品質および容積はなお変動的であり、少なくとも $1\text{M}\Omega$ センチメートル品質の水を一貫的かつ十分の容積で製造する能力は依然として達成されない。

したがつて、イオン交換樹脂の性能の減少や粒子やスケールの蓄積のため装置を停止することなく、長期間にわたり高純度の脱イオン化水を製造できる、電気脱イオン化法利用の方法および装置を提供することは望ましいことであろう。さらに、効率的に動作でき、しかも低エネルギーしか必要とせずかつ高液体スループットをもたらすこの種の方法および装置を提供することも望ましかろう。

〔発明の概要〕

本発明は、イオン交換樹脂性能の由々しい低減や電気脱イオン化装置内における粒子やスケールの蓄積を回避しつゝ、長期間にわたり約 $10\text{M}\Omega\text{cm}$ の品質またはそれ以上の水を連続的に製造できる方法および装置を提供することである。装置は、厚さ、幅および形態が制御され、ビード、フアイバまたは同等物のようなイオン交換物質を含む複数の電気脱イオン化室を含む。液体のイオンが分離される電気脱イオン化室は、小室を形成するためリブまたは同等物により分割された中空中心部分を有するスペーサから形成される。小室内のイオン交換樹脂ビードは、陽イオン透過性膜を分離室の1面およびリブに接合ないし物理的に保持し、陰イオン透過性膜を分離室の対向面に接合ないし物理的に保持することにより小室内に保持される。イオンが分離室から移動する濃縮室は、イオン交換ビードがない。電気脱イオン化装置は、

単一の段階または一連の複数の段階を備えることができ、そして後者の場合、もし望むならば、各段階独立に処理電圧を制御できる。

〔特定の具体例の説明〕

本発明に依れば、各電気脱イオン化段階が、陽極および陰極と、それらの室、すなわち通過する液体の乱流を惹起せしめる手段を備える一連の濃縮室と、陰イオン交換樹脂および陽交換樹脂の混合物のようなイオン交換物質を含む一連の分離室とを含む電気脱イオン化装置が提供される。分離室は、イオン交換樹脂混合物が独立の個々の小室内に収容されるように形成される。しかして、各小室は、約10.16cm (4インチ) またはそれ以下の幅、好ましくは約1.27cm (0.5インチ) ~ 約4.81cm (1.5インチ) の幅を有する。独立の小室は、例えば接合により、陰イオン透過性膜および陽イオン透過性膜を分離室の周囲および分離室の厚さを横切りその全長に沿って延びるリブに固定することにより形成される。その結果、各小室は、1対のリブ、陰イオン透過性交換膜および陽イオン透過性交換膜により形成される。本発明に依ると、電気的脱イオン化装置の効率的動作を達成するためには、分離室の厚さおよび幅が重要であることが分った。小室内に配置された固形のイオン交換物質は、リブおよびイオン透過性膜により小室間で動かないように拘束される。代表的な適当な固体イオン交換物質としては、フアイバまたはビードまたは同等物がある。イオン交換ビードを採用した場合、代表的ビード直径は約0.102cm (0.04インチ) またはそれ以下、好ましくは約0.0838cm (0.033インチ) ~ 約0.03050cm (0.012インチ) (20~50メッシュ) の間である。

電気脱イオン装置は、1または複数の段階を含むことができる。各段階には、分離室 (稀釈室) と濃縮室の積層の一端に陰極が配置され、他端に陽極が配置される。各陽極および陰極は、隣接する電極スペースおよびイオン透過性膜を備えており、電解液が電極スペースを通される。各段階の残りの部分は、上述のように構成された一連の交互の分離室および濃縮室を含む。イオンを分離されるべき液体は、各段階の各分離室中を平行に通し第2の液体は、各段階の各濃縮室中を平行に通し、それにより分離室内の第1の液体から濃縮室の第2の液体中にイオンの除去を行なうことがで

きる。複数の段階が利用されるとき、上流の分離室から除去される液体は、次の隣接する下流の段階の分離室中に直列に供給することができる。同時に、上流の段階の濃縮室から除去された液体は、次の隣接する下流の段階の濃縮室に直列に供給される。電解液は、電気脱イオン化装置の各電極に隣接するスペース中を通すことができ、電気脱イオン化装置から除去される。他の可能な液流配置は、第10図および第11図を参照して詳細に論述する。

上述のように、分離室内の小室は、長期間にわたってイオン分離の高効率を持続するため制御された厚さと幅を有することが必須である。小室の厚さは、約0.635cm (0.25インチ) ~ 約0.127cm (0.05インチ) の幅、好ましくは約0.152cm (0.06インチ) ~ 0.318cm (0.125インチ) とすべきである。小室の幅は、約0.762cm (0.3インチ) ~ 約10.16cm (4インチ)、好ましくは約1.27cm (0.5インチ) ~ 約3.81cm (1.5インチ) とすべきである。小室の長さは、実際の構成および流体圧力損失により指示される以外制約はない。明らかなように、小室の長さが長くなればなる程、液体からのイオン除去は多くなる。一般に、小室の長さは約12.7cm (5インチ) ~ 約177.8cm (70インチ) である。小室は、100%の陰イオン交換物質、100%の陽イオン交換物質または両者の混合物を含むことができる。特定の陰イオンまたは特定の陽イオンのみを除去することが望まれる場合、適当なイオン交換物質が100%使用される。普通は、純化された液体生成物を製造する場合には、陽イオンと陰イオンの両方を除去することが望ましい。ビードのような強酸一塩基樹脂物質を利用する場合、陰イオン交換樹脂ビード対陽イオン交換樹脂ビードの比は、一般に約60:40体積比である。分離室内に小室構造体を利用することにより、分離室中の液体のチャンネル化を避け、分離室の一部内におけるビードの圧縮または移動を避けながら、液体およびビードの効率的な混合が達成される。

かくして、分離室の液体からイオン除去を行なうため、分離室内のイオンおよび液体とビード内のイオンとの効率的な交換が達成される。さらに、上述のように小室の幾何形態を制御することにより、電気脱イオン化装置は、所望の液体純度を得るため、長期間においてさえ比較的低エネルギー

ギしか必要としない。

次に図面を参照して本発明を説明する。多段式の電気イオン化装置が第1図に示されている。

第1図を参照すると、電気脱イオン装置10は、第1段階12および第2段階14を含む。第1段階12は、膨張可能なブラッダ15を備える端板13およびブラッダ15を膨張させるための液体用入口16を備える。端板13に隣接して、電極9を収容し所望のマニホールドを提供するため端部ブロック17が設けられている。端部ブロック17に隣接して電極スペーサ18が配置されており、そして該スペーサはスクリーン19を備えている。スクリーン19は、電極スペーサ18中を通る液体に乱流を引き起こす。電極スペーサ18の周知21にはイオン透過性膜20が封着される。可撓性の物質より成るスペーサ22は、スクリーン24を含む。スペーサ22およびスクリーン24は、本発明の電気脱イオン化装置の濃縮室を構成する。本発明の分離室構造体は、イオン透過性膜26、剛性物質28より成るスペーサおよびイオン透過性膜30を含む。イオン透過性膜26および30は、スペーサ28の両面の周囲32に封着される。混合イオン交換樹脂ビード34が、リブ（図示せず）を含む中心スペース内に収容され、膜26および30により保持されている。スペーサ22および28および膜26および30を含むユニットは、段階12の容量中にほどよい液体流を提供するため、普通約5回ないし約100回反復される。可撓性物質より成るスペーサ38およびスペーサ38の周囲に封着されたイオン交換膜40は、端部濃縮室を形成する。中央ブロック44および電極46に隣接して電極スペーサ42が配置されている。

段階14は、段階12と構造が同一であるが、より多数またはより少数のセル対を有することができ、電極スペーサ48および該電極スペーサ48の周囲に取り付けられた膜50を備える。中央ブロック44には電極52が設けられている。段階14の反復ユニットは、可撓性物質より成るスペーサ54、ならびに剛性物質より成るスペーサ56を含んでおり、このスペーサ56に膜58および60が例えば接合または機械的手段により固定されている。可撓性物質より成るスペーサ61が設けられており、この後に、膜63、電極ス

ーサ65、端部ブロック66および電極67、端板68および可撓性ブラッダ70が続き、そして該ブラッダは、導管72を通る流体により膨張せしめられる。濃縮室および分離室ならびに電極室における液体の貫通流については、残りの図面を参照して説明する。電気脱イオン装置は、ボルト73および74、ならびに装置10の全長に沿って延びる装置10の反対端部のボルトにより適所に保持される。段階14内における反復ユニットの数は、普通約5〜約100、好ましくは約20〜約60である。

電圧を独立に変えることにより、電流は各段階において制御でき、全電気脱イオン化工程に対して十分の経済性と効率を与えることができる。代わりに、単一の段階14を本発明の装置として利用してもよいし、追加の段階を利用してもよい。いずれにしても、分離室および濃縮室中の液体の流量および特定の段階において利用される動作電圧は、イオン除去および利用される電力に関して全装置の効率を最大にするように制御される。

第2図を参照して、種々の室内の流路について説明する。精製されるべき液体は、入口75に入り、分離室28を通り、分離室56を通され、出口77から回収される。濃縮用液体は、入口79、濃縮室22および54を経、出口81を介してドレインに至る。電解液は、入口82から電極室19、46、52および67を通り、出口78を介してドレインに至る。

第3図を参照すると、端板13はブラッダ15および導管16を備えており、流体は、ブラッダ15を膨張させるため導管16を通って供給できる。端板の周囲にはボルト孔が設けられており、使用中ボルトをこれに通して全装置を固定することができる。

第4図を参照すると、剛性端部ブロック66および電極67を含む電極構造体が表示されている。端部ブロック66は、電解液供給入口82および電解液廃棄物出口78を備える。電極67は、第4図の詳細部分に示されるように、外部電気接続87と接触するコネクタ85を備える。ブロック66は、分離室に対する入口75および出口77および濃縮室に対する入口79および出口81を含む。

第5図を参照すると、電極スペーサ65は、電

解液入口 8 2 および電解液出口 7 8 と、通過する液体の擾乱を引き起こすスクリーン 9 0 を備えている。

第 6 図の参照すると、可撓性物質より成るスペーサ 3 8 は、液体入口 7 9 および液体出口 8 1 を備えており、そしてこれらの入口および出口は、液体の乱流を生じさせるためのスクリーン 9 5 が配置されたスペーサ 3 8 の内部に液体を連通させる。出口 9 9 は、隣接する分離室へ液体を通過させ、入口 9 7 は、精製された液体とスペーサ 3 8 に形成された濃縮室の液体との混合を生ずることなく、隣接する分離室から液体の除去を可能とする。

第 7 図および第 8 図を参照すると、本発明の分離室の構造が詳細に示されている。分離室は、剛性のスペーサ 2 8 と、陰イオン透過性膜 3 0 および陽イオン透過性膜 2 6 とを含む。イオン交換物質 3 4 は、膜 2 6 および 3 0、壁 1 0 5 およびリブ 9 9 により形成される小室内に収容される。膜 2 6 および 3 0 は、その全長に沿って壁 1 0 5 およびリブ 9 9 に封着される。膜 2 6 および 3 0 は、剛性のスペーサ 2 8 の周囲にも封着されているから、個々の小室 9 8 は、相互に有効に隔絶される。精製されるべき液体は、入口 7 5 に入り、導管 1 0 0 に沿って通過し、入口 1 0 1 を経て小室 9 8 に入る。液体はここで電圧を受け、陰イオンは膜 3 0 を通過し、陰イオンは膜 2 6 を通過する。精製された液体は、出口 1 0 2 およびスペーサ出口 7 7 を通り、そして第 2 図の説明にしたがって集められる。

第 9 図を参照すると、中央電極ブロック 4 4 は、各々第 4 図に示される電気的コネクタ 8 5 および 8 7 を備える電極 5 2 および 4 6 を備える。電極 4 6 に対する接続は第 9 図に示されていないが、電極 5 2 に対して図示されたと同様に壁 1 0 4 上に位置づけられている。電極 4 6 に対する電解液に対して入口 1 0 8 が設けられ、電極 5 2 と利用される廃棄電解液に対して出口 1 0 7 が設けられている。同じ配置が、電解液入口および出口 (図示せず) に対して壁 1 0 4 上に設けられてい

る。

第 10 図を参照すると、2 段階を仮定した電気脱イオン化装置の電極液流の種々の流れが略示されている。具体例(a)においては、入口液体は、各

電極室に入り、そこから平行に除去される。具体例(b)においては、入口液体は、各陽極室に入り、そこから除去され、同じ電気的段階の陰極室に通され、装置から除去される。具体例(c)においては、入口液体は、第 1 段階の陽極室に通され、第 2 段階の陽極室に供給され、第 2 段階の陰極室に通され、第 1 段階の陰極室に通され、ついで装置から除去される。具体例(d)においては、液体は、第 2 段階の陽極室と陰極室に平行に通される。陰極室からの液体は装置から除去され、陽極室からの液体は、隣接する段階の陽極室および陰極室に逐次通される。具体例(e)においては、液体は、第 1 段階の陽極室、第 2 段階の陽極室、第 2 段階の陰極室に通され、そして孔から除去される。第 1 段階の分離室からの第 2 液体流生成物は、第 2 段階の陰極室を通される。

第 11 図は、2 つの電気的段階を仮定した分離室および濃縮室の種々の流れ形態の略示である。第 11 図の具体例(a)において、2 つの液体流は平行に同時に、すなわち一方はすべての放出室に逐次、他方は濃縮室に逐次通される。具体例(b)においては、液体は、向流的に流される以外具体例(a)と同様に流れる。具体例(c)においては、第 1 段階からの分離流の一部は、濃縮流に循環され、ついで濃縮流中を向流的に流される。具体例(d)においては、交互の分離室から出る第 1 段階からの分離流の一部は、第 2 段階の濃縮室に直接供給される。第 1 段階濃縮室は、供給源から供給される。具体例(e)においては、分離室は直列的に供給され、第 1 および第 2 段階の濃縮室は、供給源から別個に供給される。

本発明の一側面に依れば、装置は、処理中周期的に動作し、分離室の水を分極し、水素イオンおよび水酸化イオンを形成する。一般的には、1.5V/セル対以上の動作電圧で水の分極を行なう。水素イオンは、陽イオン膜を介して分離室から選択的に除去され、それにより濃縮室の水の pH を約 5 またはそれ以上に減ずる。この態様で動作させることにより、濃縮室に形成される如何なるスケールも溶解される。次いで、陽極室からの低 pH 流出液は、陰極室に供給され、そこに形成される如何なるスケールをも溶解することができる。この段階中、分離室からの生成物は、その高 pH のため棄却される。スケール除去段階中形成された

電極室からの溶出液は棄却される。ついで通常の動作電圧が回復され、分離室からの生成物が回収される。

本発明の一側面に依れば、装置は、装置特に分離室内に保留された小粒子を除去するため逆洗浄される。小室の入口は、イオン交換物質の大きさより小さいから、逆洗浄中小粒子のみが小室から除去される。逆洗浄は、液体を通常使用される液体出口を介して装置中に送り、通常使用される液体入口を介して洗浄液を除去する操作である。

本発明の第3の側面に依れば、精製されるべき液体は、有機物のような特定の汚染物を除去するため、電気脱イオン化の前に予処理される。軟化剤—スキヤベンジャ系を採用でき、そしてこの場合、軟化剤は、特定のイオンを除去するため陽イオン交換樹脂および／または陰イオン交換樹脂を含むことができる。スキヤベンジャは、タンニンやマリグナン、フミン酸、フルボ酸およびリグニンを含む有機物のような陰イオン樹脂を汚す汚化物を除去するため、陰イオン交換樹脂を含む。イオン交換樹脂は、ブライン (NaCl) で効率的かつ簡単に再生できる。

本発明によれば、典型的には約5psiまでの動作圧力差に抗する強さを有する陰イオン透過性膜または陽イオン透過性膜を利用できる。指摘したいことは、小室を形成するリブへの膜の封着は、高い動作圧力の使用を可能とし、また組立体の強度を増大することにより従来装置を改善することである。代表的な適当な陰イオン透過性膜としては、Ionics Inc. より CR61—CZL—386 および AR103—QZL—386 の製品番号下で販売されている、スルホン酸または第4アンモニウム官能基を有し、均質形式のウェブで支持されたスチレン—ジビニルベンゼンを基材とする膜、Sybron / Ionac より MC—3470 および MA—3475 の製品番号で販売されている、ポリフッ化ビニリデン中でスチレン—ジビニルベンゼンを使用した不均質形式のウェブで支持された膜、RAI Research Corporation より Raipore の名称で販売されている。ポリエチレンにスルホン化スチレンおよび4級化ビニルベンジルアミンでグラフト化したシートより成る均質形式のウェブで不支持の膜、トクヤマソーダ社より Neosepta の名称で販売されているスルホン酸または第4アンモニウム官能基を

有し均質形式のウェブで支持されたスチレン—ジビニルベンゼンを基材とする膜、アサヒケミカル社より Aciplex の名称で販売されているスルホン酸または第4アンモニウム官能基を有し均質形式のウェブで支持されたスチレン—ジビニルベンゼンを基材とする膜が挙げられる。

本発明の方法は、全段階または任意の1段階からの生成水の導電率を測定し、プロセス電圧、流体流速、温度、圧力および電流を相応に調節することにより制御できる。

以下は、電気脱イオン化装置の脱イオン化を制御するための2つの方法に関する記述である。これらの方法は、単一または多段階装置において別個にまたは組合せて使用できる。第1の方法は、供給水の抵抗率および温度を感知し、液体を所望の塩分除去率まで脱イオン化するため、適当なセル対電圧を加える。第2の方法は、生成物の抵抗および温度を感知し、これを、所望の品質の水を生成するように段階の電圧を制御するのに使用する。この形式の電圧制御は、予め選択された品質の生成水を製造するのに使用できる。

2段階装置の例は下記の通りである。第1の段階は、供給水の品質に基づき、予定の抵抗率／温度／パーセント塩分除去率の関係を使用することにより約70～80%の塩分除去率を達成するに適当な可変電圧（セル対当り約0.5～2.0V）で操作される。自動的に印加される電圧は、分極点以下での操作を可能とし、スケーリングを伴わずに効率的な動作で保証する。第2の段階は、生成水の品質に基づき、予め選択された品質の水を製造するに適当な可変の電圧（セル対当り約0.5～2.0ボルト）で操作される。第2段階への供給水は第1段階からの生成水であるから、第2段階の供給水はスケーリングを生ずる傾向が低い。この理由のため、第2段階における分極は容認でき、それゆえ電圧は、所望の生成物品質を生ずるように任意の程度に変えることができる。

図面の簡単な説明

第1図は本発明の多段式電気脱イオン化装置の拡大図、第2図は本発明の装置の動作を例示する概略図、第3図は本発明の装置に有用な閉鎖機構の斜視図、第4図は本発明の装置に有用な電極の斜視図、第5図は装置の電極に隣接して位置するスペース構造体の斜視図、第6図は本発明の装置

15

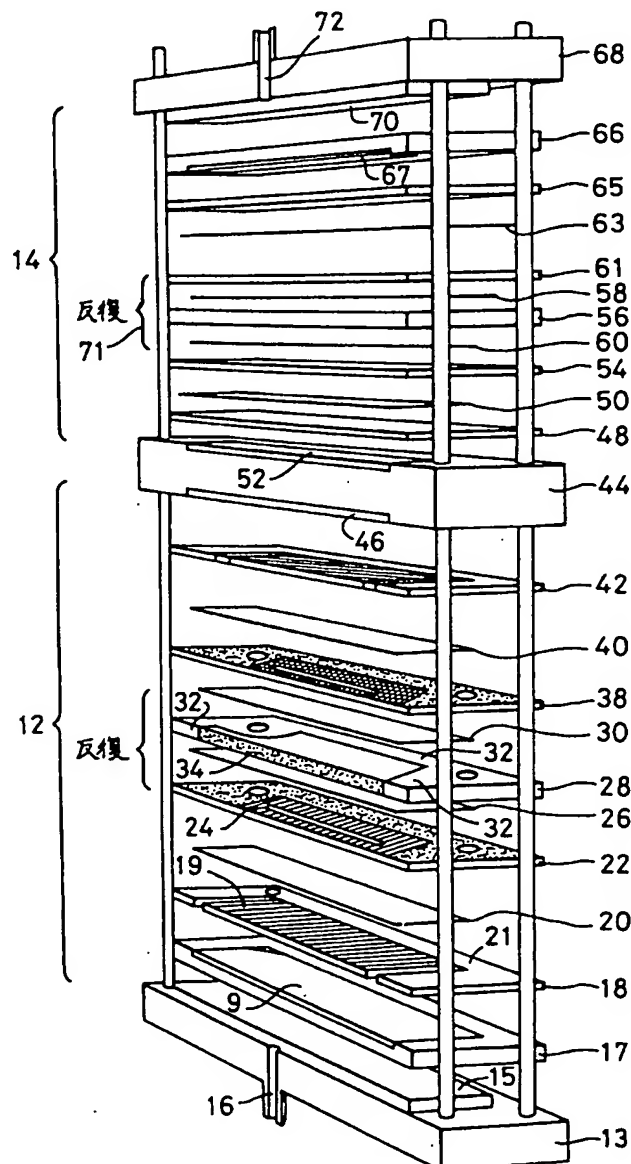
16

の濃縮室を含む可撓性スペーサ構造体の斜視図、第7図は本発明の装置の分離室を示す斜視図、第8図は第7図の構造体の液体入口の詳細図、第9図は本発明の複数段階の具体例に利用される内部電極の斜視図、第10a～e図は本発明の装置の

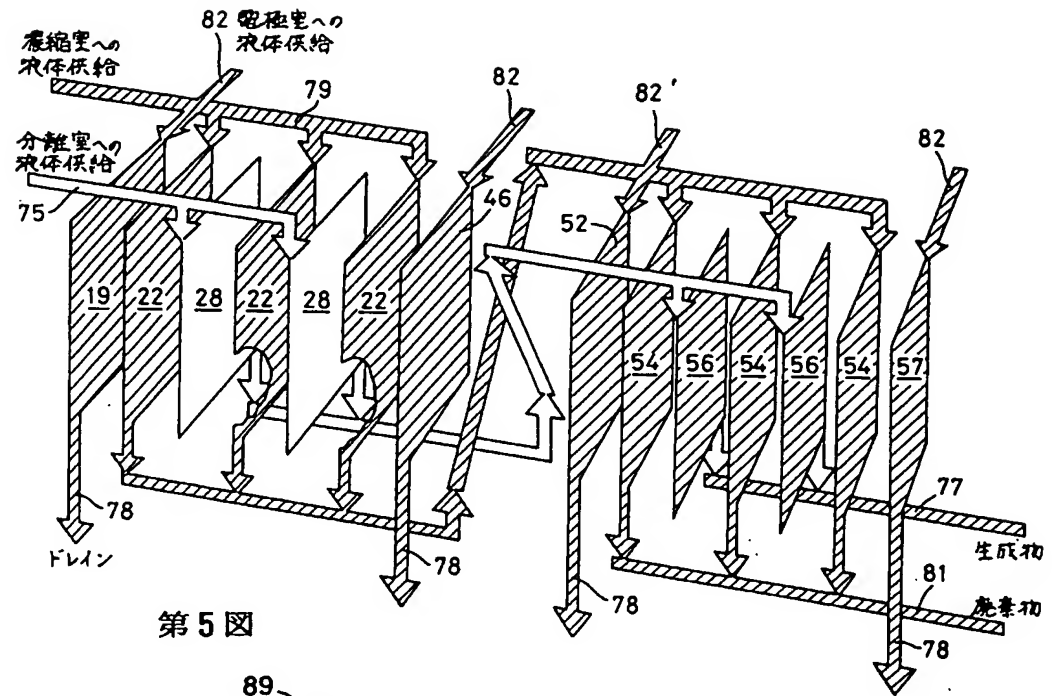
オン化装置、12：第1段階、13、68：端板、14：第2段階、16：液体用入口、15、70：ブラッダ、17、66：端部ブロック、18、42、48、65：電極スペーサ、19、24：スクリーン、20、26、30、40、50、58、60、63：イオン透過性膜、22、38、54、61：可撓性スペーサ、28、56：剛性物質スペーサ、44：中央ブロック、72：導管。

9, 46, 52, 67：電極、10：電気脱イ

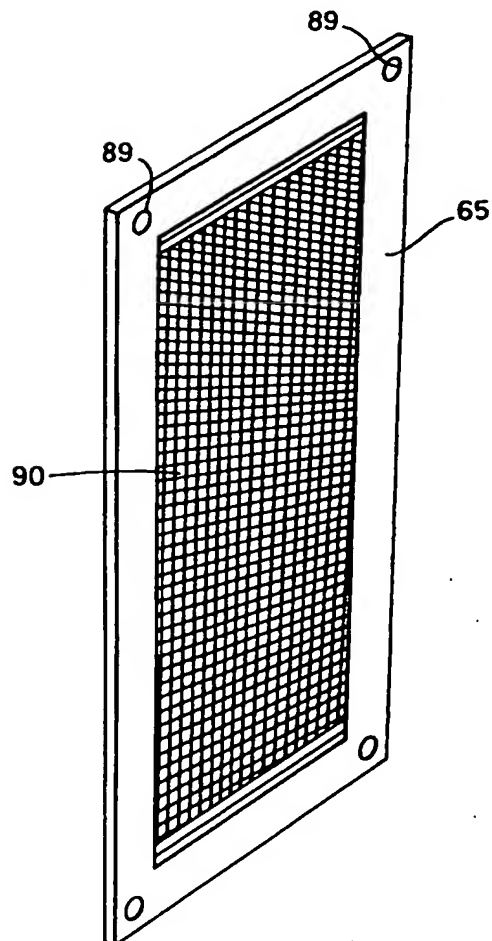
第1図



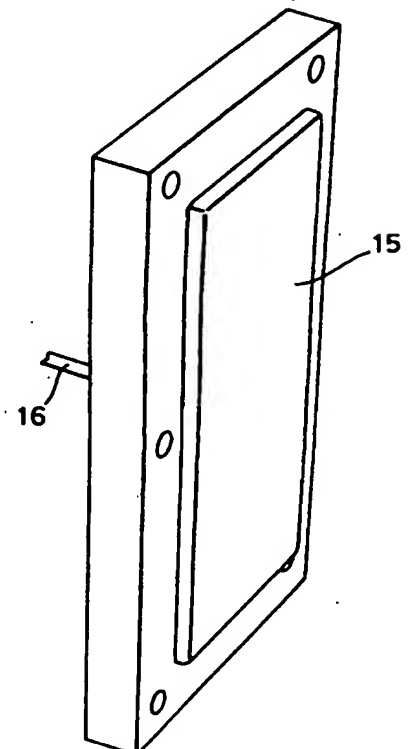
第 2 図



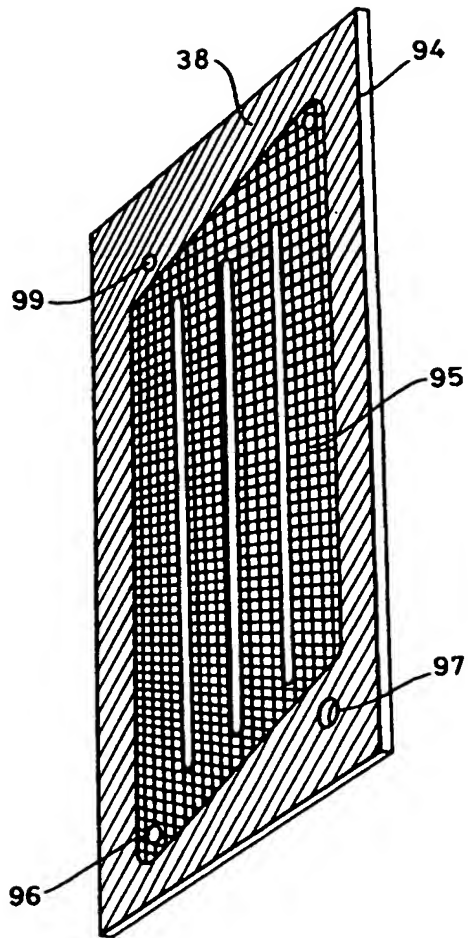
第 5 図



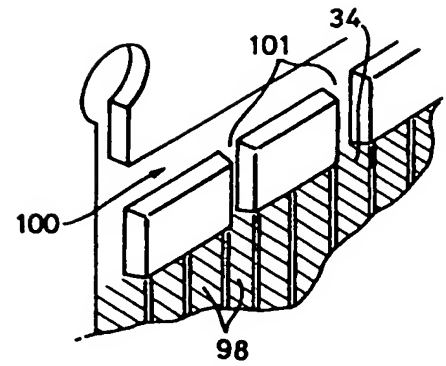
第 3 図



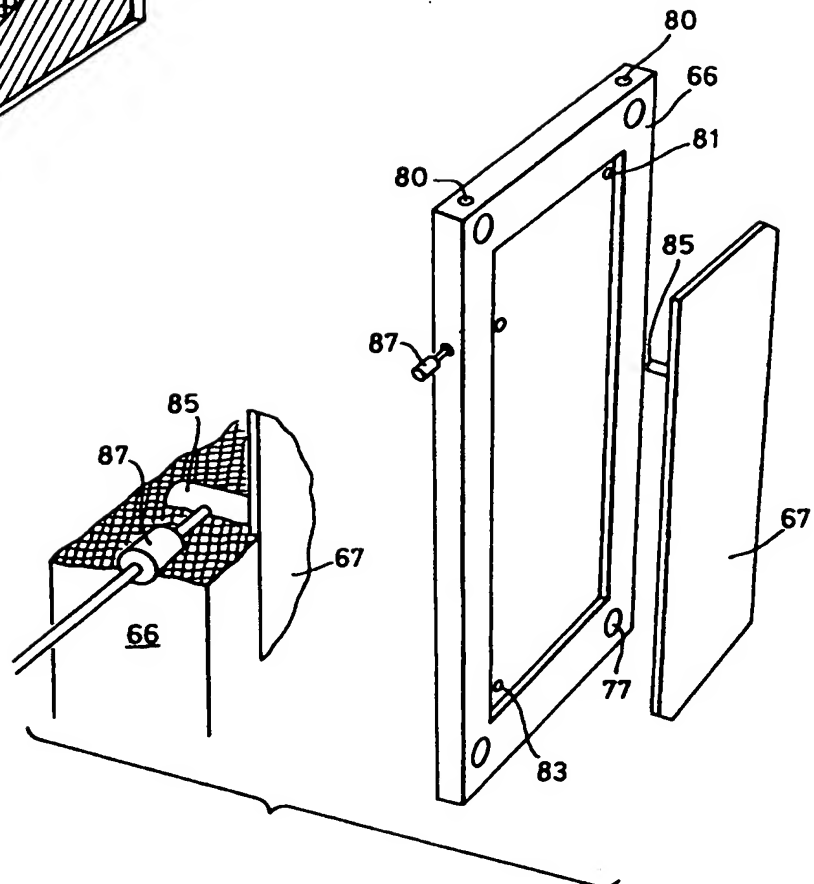
第 6 図



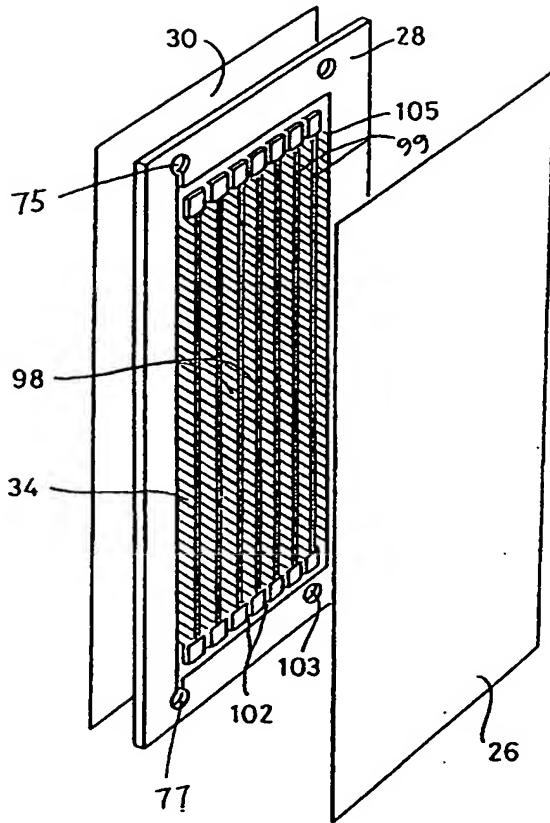
第 8 図



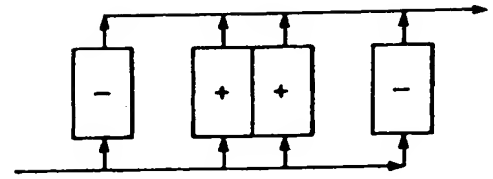
第 4 図



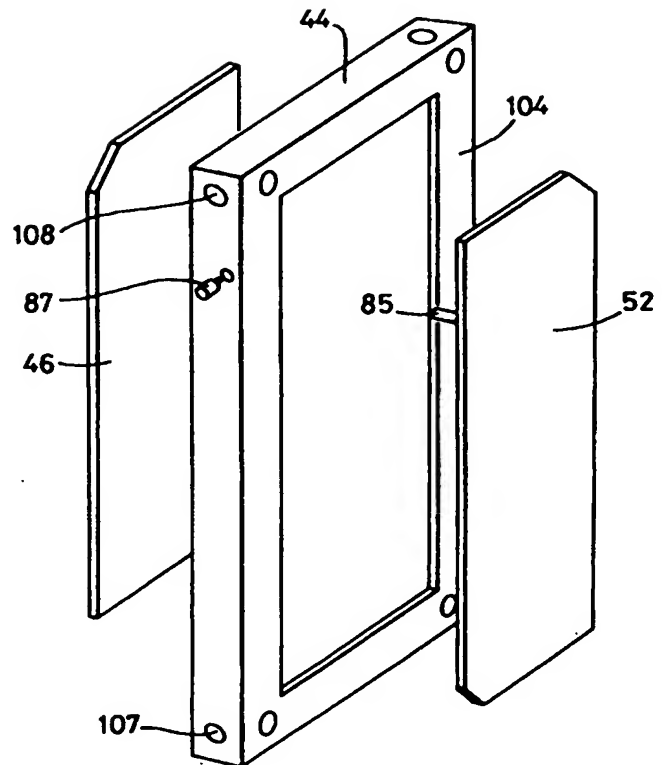
第 7 図



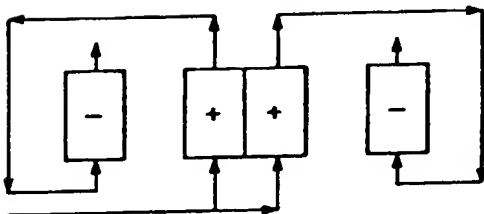
第 10 図 a



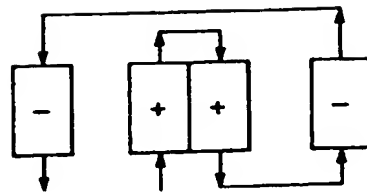
第 9 図



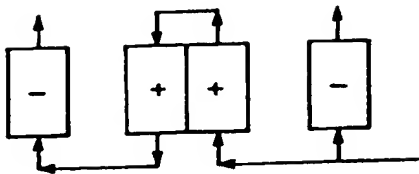
第 10 図 b



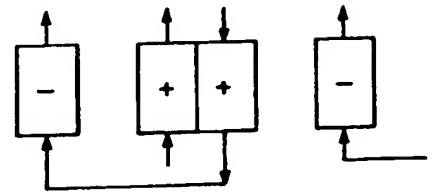
第 10 图 c



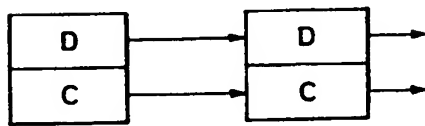
第 10 图 d



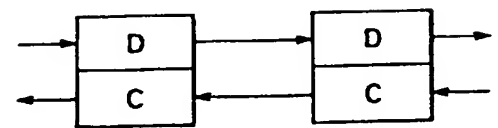
第 10 图 e



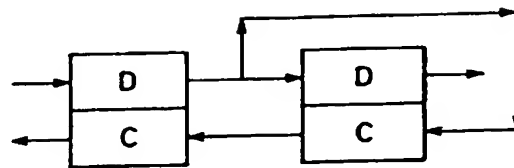
第 11 图 a



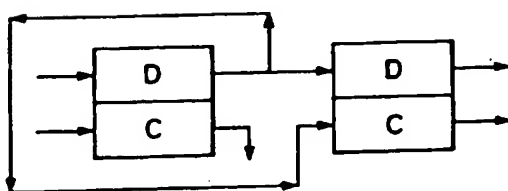
第 11 图 b



第 11 图 c



第 11 图 d



第 11 图 e

